



Столыпинский

вестник

Научная статья

Original article

УДК 631.4

## КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

## COMPREHENSIVE STUDY OF THE AGRICULTURAL AUTOMATION SYSTEM

**Кокиева Галия Ергешевна**, доктор технических наук, декан Инженерного факультета <sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова» (670024, Республика Бурятия, город Улан-Удэ, ул. Пушкина, д.8), Профессор кафедры «Информационные и цифровые технологии» ФГБОУ ВО Арктический агротехнологический университет (677007, Республика Саха (Якутия), г.Якутск, шоссе Сергеляхское, 3 км., дом.3, ), тел. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/> , [kokievagalia@mail.ru](mailto:kokievagalia@mail.ru)

**Kokieva Galia Ergeshevna**, Doctor of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Engineering, 1FGBOU HE Buryat State Agricultural Academy named after I. V.R. Filippova (670024, Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Pushkina st., 8), Professor of the Department of Information and Digital Technologies, Arctic Agrotechnological University (677007, Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Sergelyakhskoe Highway , 3 km., house 3, ), tel. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/> , [kokievagalia@mail.ru](mailto:kokievagalia@mail.ru)

**Аннотация.** Чтобы наиболее полно использовать преимущества автоматизации, потребуется коренным образом пересмотреть схемы технологических и производственных процессов. В статье приводится анализ разработки взаимоувязанных комплекса и дифференцированных нормативов потребности в материальных, трудовых и других ресурсах для различных уровней и режимов планирования.

**Annotation.** In order to make the most of the benefits of automation, it will be necessary to radically revise the schemes of technological and production processes. The article provides an analysis of the development of an interconnected complex and differentiated standards of the need for material, labor and other resources for various levels and modes of planning.

**Ключевые слова:** моделирование, почвенная среда, почвенная среда, почвообрабатывающая машина, автоматизация сельскохозяйственных предприятий.

**Keywords:** modeling, soil environment, soil environment, tillage machine, automation of agricultural enterprises.

## **Введение**

Острота современных экономических проблем связана с недостаточным уровнем государственной поддержки отрасли, но вместе с тем, как показывают исследования, дефицит техники в хозяйствах является важным, но не единственным фактором спада производства. Большое значение имеет то обстоятельство, что предприятия оказались не готовы работать в условиях рыночных отношений, в связи, с чем повсеместно существуют проблемы не только технического, но и организационного порядка при эксплуатации имеющихся средств механизации и поддержании их в работоспособном состоянии. За годы реформ произошло существенное сокращение площадей используемых сельскохозяйственных угодий, поэтому нагрузка на технику возрастала менее высокими темпами, чем ее выбытие. В ближайшие годы возможность восстановления технического потенциала аграрного сектора за

счет бюджетных средств представляется маловероятной, поэтому наиболее приемлемыми способами решения этой проблемы являются обеспечение полного и эффективного использования имеющейся в сельском хозяйстве техники и реализация системы новых организационных форм ее эксплуатации [2,7]. На основе анализа современного уровня технической оснащенности аграрного сектора, обобщения отечественного и зарубежного опыта использования средств механизации можно сформулировать основные концептуальные положения повышения эффективности применения имеющихся в хозяйствах ограниченных технических средств. Продолжают снижаться такие показатели, как возраст техники, уровень ее технической готовности и др. Особенно низким уровнем технической оснащенности отличаются личные подсобные хозяйства населения, несмотря на резко возросший их удельный вес в производстве продукции сельского хозяйства, а также фермерские и многие реформированные бывшие коллективные хозяйства. Системное единство техники, технологии и среды в сельском хозяйстве глубоко органично. Его нарушение - основной источник неблагоприятных отклонений в производственном процессе. К сожалению, при подготовке инженерных кадров вопросам системного обоснования решений не уделяется должного внимания, поэтому необходимо дать определения некоторым важным для дальнейшего изложения понятиям. В таблице 1 приведено описание понятий

Таблица 1- Описание понятий

№п/п	Понятие	Описание
1	Система	совокупность элементов, объединенных взаимосвязями, структурной и организационной целостностью. Она состоит из подсистем и элементов, имеет иерархическую структуру с

		развитыми внутренними и внешними связями
2	Элементы системы	<p>являются те ее части, которые не подлежат дальнейшему делению, и их внутренняя структура несущественна для решения задачи.</p> <p>Элемент и система-относительные понятия. Например, в задач обоснования состава МТП трактор, сельскохозяйственная машина будут элементами системы, а при совершенствовании конструкции машин, повышении надежности отдельных узлов и деталей (элементов) они могут выступать в роли системы.</p>
3	Связи	характеризуются вещественными, энергетическими или информационными обменами между элементами системы или системой и средой
4	Среда	это то, что окружает систему и влияет на ее функционирование. Разграничение системы и среды довольно условно. Окружающей средой для системы могут быть и другие более общие

		<p>системы, называемые надсистемой.</p> <p>Границы системы и ее элементов, а также надсистемы или среды определяются условиями задачи. В инженерных задачах могут рассматриваться технические системы (машины), системы типа машина-среда, человек-машина-среда, а также системотехнические комплексы (СТК)</p>
--	--	---

Низкая эффективность производственных процессов нередко связана с диспропорциями в уровне развития отдельных составляющих системы, а также несоответствием параметров системы природно-производственным условиям хозяйства. Так, в службе химической защиты растений низок уровень механизации и автоматизации складских работ, предварительной подготовки химикатов, отбора и выдачи строго определенной их порции (подсистема обеспечения). Отсутствуют средства технического обслуживания и очистки машин, зоны для сбора и нейтрализации отходов (подсистема ТО). Нет средств оперативного контроля качества работ, количества химикатов в почве и продукции, нет надежного информационного обеспечения (подсистема управления). Все это снижает эффективность работ по внесению препаратов (основная производственная подсистема), экологичность и культуру производства. Расчленение сложной системы на составляющие позволяет выявить эти диспропорции и несоответствия, установить взаимосвязи между характеристиками системы и конечными результатами.

Таким образом, системный подход позволяет комплексно изучить систему, принимать решения с учетом всех существенных факторов и взаимосвязей.

В процессе принятия решений особое значение имеет формулировка цели. Она предусматривает достижение желаемого состояния определенной производственной (технической) системы или результатов ее функционирования.

Естественно, что задачи вытекают из должностных обязанностей специалистов, подчиняются общим целям производственной деятельности хозяйства и направлены на достижение конечных результатов. Цель деятельности инженерной службы в сфере машино-использования заключается в достижении определенных функциональных показателей, снижении эксплуатационных затрат, повышении экологичности и безопасности работ.

*Функциональные показатели* в сфере машиноиспользования отражают уровень выполнения основных производственных функций. Это показатели уровня механизации, производительности труда, качества и своевременности механизированных работ, годовой и дневной выработки МТА, технической готовности МТП и др. В зависимости от цели и характера задачи некоторые из них можно принять как критерии при их соответствии предъявляемым требованиям. Так, качество работ может стать критерием лишь при условии его количественного выражения, например в виде обобщенного показателя качества.

*Показатели эксплуатационных затрат* практически всегда имеют количественное выражение и часто используются в качестве критериев для принятия решений. Частыми критериями могут быть затраты труда, энергии, нефтепродуктов, денежных средств на ремонт и техническое обслуживание и т.п. Более общими являются прямые, приведенные и интегральные затраты, себестоимость механизированных работ. Важное значение имеют совокупные затраты на создание, производство, эксплуатацию и ликвидацию (утилизацию) технических систем.

Приоритет следует отдавать показателям экологичности техники, технологии и хозяйственной деятельности. Важнейшие направления

повышения экологичности-*эффективное использование природных ресурсов* и снижение негативных последствий человеческой деятельности до безвредного уровня.

Рациональное использование невозобновляемых ресурсов (материалы, топливо, время и др.), снижение вредных воздействий на почву нужно взять за основу экологической деятельности инженерной службы. Количественная оценка экологичности производства еще не обоснована в достаточной мере ни теорией, ни практикой. Этой проблеме целесообразно посвятить специальное занятие, так как с экологичностью тесно связан обширный круг функциональных показателей инженерной деятельности. Например, показатели эффективности использования техники и срок ее службы в более широком смысле относятся и к экологичности, так как отражают уровень использования природных ресурсов, затраченных на производство техники. Даже утилизация отходов (сдача металлолома, повторное использование работоспособных элементов списанной деятельности).

При выполнении малых рассредоточенных объемов работ, трудно поддающихся механизации приходится непроизводительный ручной труд. Это относится к зачистным и планировочным земляным работам при сооружении и ремонте инженерных коммуникаций, уплотнению грунтов обратной засыпки в траншеях, пазухах фундаментов, колодцах и т. п., буровым и монтажным работам, подъему и перемещению грузов, текущему ремонту дорожных покрытий. Мобильные универсальные или специализированные машины, применяемые на строительстве и обслуживании электрических сетей, линий связи, дорожных сооружений, в озеленительных хозяйствах и т. п., много времени тратят на перемещение с объекта на объект, и чем меньше объем работ на каждом из них и больше расстояния между ними, тем ниже производительность этих машин. Между тем проблема повышения эффективности машин и средств механизации в строительстве тесно связана с увеличением их технической и эксплуатационной производительности [1,2]. Это и определяет актуальность

точной оценки и прогнозирования производительности строительных машин при выполнении малых рассредоточенных объемов работ. При эксплуатации сельскохозяйственных машин имеет место взаимодействие трех элементов производственного процесса. Первый из них - применяемая техника, второй - внешние производственные условия (среда) и обрабатываемый материал, третий - люди, управляющие машинами. Научные исследования в области эксплуатации должны базироваться на следующих основных методологических положениях: при решении любого вопроса использования машин следует исходить из требований передовой технологии, обеспечивающей интенсификацию производства, снижение затрат труда и средств, при этом агробиология, техника и экономика должны гармонически сочетаться; сельскохозяйственные агрегаты и обрабатываемый ими материал (среда) рассматриваются как единая взаимообусловленная система; свойства всех взаимодействующих элементов в той или иной степени непрерывно изменяются в пространстве и во времени; научные гипотезы и теоретические закономерности необходимо проверять практикой, опытом передовиков, иначе говоря развитие научных методов использования машин в сельскохозяйственном производстве должно основываться на единстве теории и практики.

Из этих предпосылок вытекают, прежде всего, две взаимосвязанные задачи: 1) определение оптимальных параметров агрегата применительно к производственным условиям его использования (речь идет прежде всего о таких параметрах, как ширина захвата, скорость, мощность энергетической установки, вес); 2) определение рациональных режимов работы агрегата с энергетической установкой заданной мощности. Это главным образом выбор передачи и степени (коэффициента) загрузки двигателя с учетом условий работы. Внедрение новых тракторов и сельскохозяйственных машин до последнего времени производилось путем отбора лучших моделей из многочисленных образцов, создаваемых многими предприятиями и организациями. Нередко при этом допускались непродуманные



субъективные решения. Такая постановка дела требовала весьма крупных капиталовложений и вместе с тем резко снижала их эффективность, так как большинство образцов выбраковывалось в процессе испытаний, а многие машины, рекомендованные к производству, не соответствовали техническим и экономическим требованиям.

Необходимо коренным образом пере строить техническую политику, перейдя к принципу создания перспективных: образцов машин по заранее научно обоснованным оптимальным параметрам для заданных условий их применения. Оптимальные параметры сельскохозяйственных агрегатов можно устанавливать по разным критериям. Важнейшие из них - затраты энергии и прямые эксплуатационные издержки при выполнении производственного процесса. Теория оптимальных параметров устанавливает зависимость между основными показателями внешних условий производства (физико-механические свойства обрабатываемого материала и основания, по которому перемещается агрегат, уклон поверхности и размеры полей) и параметрами агрегата (ширина захвата, вес, энергонасыщенность, кинематическая характеристика).

Поскольку закономерности изменения оптимальных параметров по критерию минимума прямых эксплуатационных издержек описываются уравнениями высших степеней, важное значение имеет накопление экспериментальных данных по входящим в уравнения величинам. Наряду с этим широкое применение должны получить методы моделирования.

Наибольшая производительность и экономичность мобильного сельскохозяйственного агрегата в заданном сочетании условий достигаются при строго определенном соотношении энергетической и рабочей частей системы. Это соотношение определяет оптимальную загрузку двигателя, которая является переменной величиной, зависящей от динамических свойств двигателя, динамических параметров агрегата (в том числе приведенного момента его инерции), характера выполняемого процесса и физико-механических и технологических свойств обрабатываемого

материала. Поэтому необходимо провести глубокие исследования и получить исчерпывающие характеристики двигателей, тракторов с трансмиссиями различных типов, агрегатов и обрабатываемых материалов в их производственных состояниях. С этой проблемой связано совершенствование технических средств агрегатированы и контроля за режимами работы агрегатов.

За последние годы удельная металлоемкость системы машин и удельные капиталовложения в машинный парк возросли в несколько раз, в то время как съем продукции с единицы площади по ряду культур увеличился незначительно, по многим культурам остался на прежнем уровне, а по некоторым даже снизился. Анализ нынешнего положения дел приводит к выводу, что это несоответствие обусловлено противоречиями между новой мощной сельскохозяйственной техникой и старой агротехникой, которая основывалась на ручном труде и применении конных орудий.

На наш взгляд, указанное противоречие не может быть разрешено в рамках какой-либо из существующих научных дисциплин и требует создания новой отрасли науки-машинной Агротехнологии. Содержание ее должна составлять разработка способов машинного производства сельскохозяйственных продуктов при помощи мощных технических средств и с учетом биологических закономерностей роста и развития растений. Расчленив эту общую задачу на составляющие, можно выделить следующие основные разделы машинной Агро технологии: а) сельскохозяйственные материалы, их свойства и способы обработки; б) агротехнические требования, нормативы и допуски; в) производственные, энергетические и экономические основы машинной технологии; г) проектирование прогрессивных технологических процессов и комплексов.

Глубокое изучение физико-механических и технологических свойств сельскохозяйственных материалов, а также биологических свойств почвы, растений, насекомых позволяет не только совершенствовать

сельскохозяйственную технику, но и направленно улучшать технологию, повышать эффективность производства. Общеизвестно, что чрезмерно жесткие агротехнические требования приводят к огромным трудностям при проектировании машин, к неоправданному усложнению конструкций, снижению эксплуатационной надежности, массовым случаям выбраковки машин во время испытаний и, в конечном счете, к снижению темпов технического прогресса и большому перерасходу народно-хозяйственных ресурсов. Наряду с разработкой научно обоснованных агротехнических требований главное внимание необходимо уделить составлению всесторонне аргументированных технических условий на создание новых сортов растений, наиболее пригодных для машинного возделывания. Внедрение таких сортов позволит значительно упростить конструкции машин, повысить их эксплуатационную надежность, производительность и экономичность. Решение этих актуальных вопросов потребует глубоких комплексных исследований с участием биологов, физиологов, агрономов, физиков, инженеров. Необходимо всемерно развивать и углублять учение об агротехнических нормативах и допусках. Среди многочисленных вопросов в этой области, требующих разрешения (установление нормативов и допусков по срокам и продолжительности выполнения процессов, расходу материалов, качественным и количественным потерям продукта, показателям, характеризующим собственно технологический процесс), особое значение имеют три: 1) установление допусков по смежным по времени взаимообусловленным процессам; 2) изучение скорости как фактора регулирования качества выполнения процесса; 3) стандартизация систем возделывания пропашных культур. Эти исследования должны основываться на применении методов математической статистики и математического моделирования. Учитывая характер изменения базовой поверхности, при установлении допусков на обработку почвы следует использовать так называемые толерантные пределы.

В связи с осуществлением в нашей стране широкой программы мелиорации земель особую актуальность приобретают вопросы технологии так называемых «культур технических» работ, эксплуатации машин на склонах, в условиях орошаемого земледелия и осушительных систем. Проблема повышения скоростей сельскохозяйственных агрегатов до последнего времени рассматривалась, главным образом, лишь в техническом и экономическом аспектах. Что же касается влияния скорости движения агрегата на характер развития растений и качество получаемой продукции, то оно почти не учитывалось.

Между тем, это влияние велико, особенно в процессах, связанных с формированием насаждений и уборкой урожая. Представляется целесообразным провести исследования по всем основным культурам в различных сельскохозяйственных зонах и установить оптимальные нормативы скоростных режимов работы агрегатов. При анализе принятой в настоящее время системы междурядий пропашных культур особенно резко проявляется противоречие между старыми приемами агротехники и современными техническими средствами. Одним из важных условий интенсификации сельскохозяйственного производства является резкое улучшение организации и технологии транспортных работ. Большинство исследований в этой области, выполненных за последнее время, касалось совершенствования технических средств, а вопросы транспортной технологии в увязке с процессами возделывания и уборки сельскохозяйственных культур, производства животноводческой продукции разработаны слабо. Исследования в этом направлении должны строиться применительно к отдельным сельскохозяйственным зонам, вестись комплексно и охватывать такие вопросы, как структура грузооборота, свойства сельскохозяйственных грузов, режимы работы в различных производственных условиях, сравнительная эффективность и комплексное использование различных транспортных средств - стационарных и мобильных.

В связи с интенсификацией процессов и увеличением рабочих скоростей все большее значение приобретают такие проблемы, как повышение надежности машин, сокращение времени на их техническое обслуживание, а также рациональное чередование труда и отдыха механизаторов. Не рассматривая здесь эти вопросы подробно (они могут стать предметом самостоятельной статьи), отметим лишь, что, по нашему мнению, совершенствование системы и организации технического обслуживания сложных машин и агрегатов должно вестись на основе следующих принципов: разграничение функций производственной эксплуатации машин и их технического обслуживания; выделение сложных операций из ежедневного технического ухода; разграничение функций профилактической и ремонтной служб; рационализация, механизация, а в перспективе и автоматизация процессов технического обслуживания; внедрение эффективных методов учета и прогрессивной системы оплаты труда, стимулирующих высокое качество обслуживания, а также сохранность техники и экономию запасных частей.

### **Основная часть**

Традиционная технология мелкой обработки почвы включают пожнивное лушение дисковыми луцильниками и дальнейшую обработку культиваторами-плоскорезами, тяжелыми культиваторами, дисковыми боронами. Для измельчения комьев почвы используют кольчато-шпоровые катки, игольчатые бороны. Предпосевная обработку ведут культиваторами, число проходов агрегатов от 3 до 6 зависит от состояния почвы и времени на ее подготовку к севу. При подборе почвообрабатывающих машин необходимо знать изменение качества их работы в зависимости от состояния почвы. После уборки пропашных предшественников почва бывает уплотненной вследствие многократных проходов почвообрабатывающих и уборочно-транспортных агрегатов. Даже небольшой разрыв во времени между уборкой урожая и последующим рыхлением приводит к подсушиванию ее верхнего слоя. Существующие же однооперационные

машины не обеспечивают требуемого качества обработки уплотненной сухой почвы. Например, при плотности поверхностного слоя, превышающей  $2 \text{ г/ см}^3$  и влажности 10...13% рабочие органы плоскореза недостаточно рыхлят почву по глубине. Среднеквадратичное отклонение достигает 3,9-4,5 см при глубине обработки 7-10 см. стремление добиться необходимой глубины обработки за счет увеличения угла вхождения лап в почву приводит к образованию волнистой поверхности дна борозды. Боковые секции плоскореза трудно установить на устойчивый режим работы. Поэтому требуется дополнительная обработка почвы.

Выбор наиболее оптимального состава почвообрабатывающего агрегата для работы в конкретном хозяйстве очень затруднителен из-за многих детерминированных и случайных факторов [3-5]. Если принимать в качестве критерия минимальное количество топлива, то это может оказаться не самым лучшим вариантом, так как есть большая вероятность получить малопродуктивный агрегат. Производительность агрегатов влияет на их количество при выполнении полевых работ, так как существуют определенные нормативные агротехнические сроки. Превышение агротехнических сроков приводит к снижению урожайности возделываемых культур. При математическом моделировании поведение модели описывается системой уравнений описывающих зависимость различных параметров. Изучение модели сводится к анализу уравнений. Использование этого метода позволяет произвести расчет большого числа вариантов сочетаний параметров и определить оптимальные параметры. С уменьшением размера площадки будет уменьшаться потребляемая мощность, при движении рабочих органов по максимальному радиусу, соответственно уменьшаться энергозатраты. Так же с уменьшением размера обрабатываемой площадки уменьшается время на создание одной площадки, но увеличивается количество необходимых площадок для обеспечения необходимой густоты посадки и время на их обработку. При выполнении математического моделирования принят ряд допущений: угловая скорость

движения балки постоянна, глубина обработки постоянна, сила  $F$  приложена к наиболее удаленной от центра вращения точке рабочего органа; движение рабочих органов начинается от центра вращения; удельное сопротивление почвы резанию постоянно для обработки одной площадки [1-5].

$$N = F * v = F * W * R \quad (1)$$

где  $F$ -тяговое сопротивление рабочих органов, Н;

$W$  - угловая скорость балки, рад/с;

$R$  - Расстояние от центра до наиболее удаленной точки рабочего органа взаимодействующей с почвой.

При условии постоянной угловой скорости, с увеличением радиуса необходимо уменьшить силу  $F$ . При этом учитывая что:

$$F = K_{\Pi} * a * b * n, \quad (2)$$

где  $K_{\Pi}$ -удельное сопротивление почвы, Н/м<sup>2</sup>;

$b$ -глубина обработки,м;

$n$ -количество корпусов;

а значения  $K_{\Pi}$ ,  $b$ ,  $n$  постоянны, для обеспечения постоянной мощности, необходимо уменьшить значения ширины захвата корпуса (3).

$$\frac{N}{W * R} = K_{\Pi} * a * b * n \quad (3)$$

$$a = \frac{N}{K_{\Pi} * b * n * W * R}$$

где  $t$ - время, затрачиваемое на обработку участка (если площадка имеет круглую сторону).

$$\Pi = \frac{S}{t} = \frac{\pi * R^2}{t} \quad (4)$$

Время складывается из времени на обработку площадок и времени на перемещение от одной площадки к другой.

$$w = \frac{2 * \pi}{T} \quad (5)$$

$$T = \frac{2 * \pi}{w} = t_1$$

$$t_{\Pi n} = t_{1\text{оборота}} * n$$

$$N = K_{\Pi} * a * b * n$$

В данной модели это реализуется следующим образом: проводится построение участка площади, на котором случайным образом располагаются пни и деревья. Затем строится линия движения машины параллельно/вдоль одной из сторон лесокультурной площади таким образом, чтобы машина могла проехать между деревьями, и могла обработать площадки расположенные вдоль нее. Комплексная механизация явится шагом вперед в деле технического перевооружения сельскохозяйственного производства: она освободит человека от утомительной и однообразной работы и откроет перед ним широкие возможности для подлинно творческого труда. Автоматизация не представляет собой простой замены человека, управляющего машиной, автоматом. Последний имеет ряд особенностей: он очень быстро реагирует на внешние возбуждения, отлично «запоминает», «не утомляется». Но он не способен самостоятельно решать задачи в новых условиях. Поэтому, чтобы наиболее полно использовать преимущества автоматизации, потребуется коренным образом пересмотреть схемы технологических и производственных процессов.

Рассматривая процесс строительства как сложную систему, включающую объект строительства, строительные материалы, машины и исполнителей, можно разделить объект работ на ряд рассредоточенных подобъектов, характеризующими объемами и технологическими условиями работ. Транспортные связи между этими подобъектами представлены расстояниями и условиями движения машин, их скоростью, маневренностью и прочими факторами. Сменная эксплуатационная производительность машины определяется выражением [3].

$$P_{\text{см}} = \frac{V_{\text{см}}}{t_{\text{см}}} \quad (6)$$

Где  $V_{\text{см}}$  - объем работ, выполняемый в течение смены;  $t_{\text{см}}$  - сменное время.  
 С учетом рассредоточенности объектов выполняемый объем работ за смену:



$$V_{\text{см}} = \sum_{i=1}^n V_i \quad (7)$$

где  $V_i$ -объем работ на  $i$ -том подобъекте ;  $n$ -число подобъектов.

Сменное время  $t_{\text{см}}$  в свою очередь, складывается из времени  $t_0$  пробега машины с базы механизации до объекта в начале рабочей смены и обратно в конце смены, времени  $t_p$  работы на объекте и времени  $t_{\text{пер}}$  перемещений с одного объекта на другой.

$$t_{\text{см}} = t_0 + t_p + t_{\text{пер}} \quad (8)$$

Время пробега с базы механизации до объекта и обратно:

$$t_0 = \frac{l_0}{v} \quad (9)$$

где  $l_0 = l_{01} + l_{02}$  – суммарное расстояние от базы механизации;  $v$ -средняя транспортная скорость базовой машины. Время работы на объекте:

$$t_p = \frac{v_{\text{см}}}{\Pi_{\text{экс}}} \quad (10)$$

где  $\Pi_{\text{экс}}$ -эксплуатационная производительность;

$\Pi_{\text{экс}} = \Pi_{\text{тех}} k_b$  ;  $\Pi_{\text{тех}}$  - техническая производительность;  $k_b$  –коэффициент использования машины по времени в течение рабочего цикла. Время перемещения машины с одного подобъекта на другой

$$t_{\text{пер}} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} l_i}{v} \quad (11)$$

Где  $l_i$ -расстояние между  $i$ -тым и  $i+1$ -тым подобъектами. В общем виде

$$t_{\text{см}} = \frac{l_0 \sum_{i=1}^{n-1} l_i}{v} + \frac{V_{\text{см}}}{\Pi_{\text{экс}}} \quad (12)$$

Учитывая, что  $vt_{\text{см}} = l_{\text{max}}$  - максимально возможный пробег в течение смены, последнее выражение представим в виде:

$$\hat{k}_{\text{в.см}} = \frac{\Pi_{\text{см}}}{\Pi_{\text{экс}}} = 1 - \frac{l_0 \sum_{i=1}^{n-1} l_i}{l_{\text{max}}} \leq 1, \quad (14)$$

где  $\hat{k}_{\text{в.см}}$ -теоретический коэффициент использования машин по времени в течение смены. Анализ полученного выражения показывает, что

эффективность использования машины в течение смены зависит от расстояний между объектом работы и базой механизации и от числа подобъектов. Можно предположить следующие частные случаи:

1. Машина не имеет пробегов перегоном в течение смены

$$l_0 + \sum_{i=1}^{n-1} l_i = i; \quad k_{в.см} = 1; \quad П_{см} = П_{экс};$$

2. Машина в течение смены занята перегоном на объект

$$l_0 + \sum_{i=1}^{n-1} l_i = i \max; \quad k_{в.см} = 0; \quad П_{см} = 0$$

Таким образом, коэффициент  $k'_{в.см}$  имеет реальные значения в пределах  $0 < k'_{в.см} < 1$ , и соответственно, сменная производительность имеет пределы  $0 < П_{см} < П_{экс}$ . Однако полученное коэффициента  $k'_{в.см}$  и сменной производительности машины от объема работ на подобъектах.

Объем работ, выполняемый за смену, можно выразить в виде:

$$V_{см} = nV_{ср} \tag{15}$$

где  $V_{ср}$ -среднеарифметическое значение объема работ, приходящегося на один подобъект. Если средний объем работ  $X_{ср} = k_u V_{max}$ , где  $k_u$  - относительный средний объем;  $V_{max}$ -максимально возможный объем работ, выполняемый машиной в течение смены,  $V_{max} = П_{экс} t_{см}$ , то  $n = \frac{k'_{в.см}}{k_v}$ .

Расстояние между подобъектами

$\sum_{i=1}^{n-1} l_i = (n - 1)l_{ср}$ , где  $l_{ср}$  - среднеарифметическое значение расстояние между подобъектами. Соответственно:

$$k'_{в.см} = \frac{l_{max} - l_0 + l_{ср}}{l_{max} + \frac{l_{ср}}{k_v}} \tag{16}$$

Данное выражение позволяет определить эффективность использования машины по времени в течение смены в зависимости от дальности расположения базы механизации от объекта работ, расстояния между подобъектами, а также от объема работ на подобъектах, выражаемого относительным средним единичным объектом  $k_v$ .

При выполнении рассредоточенных работ малого объема обычно стремятся выполнять целые объемы работ, на объектах в течение смены, что целесообразно с точки зрения экономии затрат на перемещение машины. В этом случае фактические коэффициенты  $k_{в.см}$  использования машины по времени  $k_{в.см} \leq k'_{в.см}$ . С учетом ограничений, которые определяют необходимость законченного выполнения целого числа единичных объемов работ на объекте,  $n=1;2;3; \dots ; j$ , Фактический коэффициент использования уплотнителя по времени  $k_{в.см} = nk_v = k_v; 2k_v; 3k_v; \dots ; jk_v$ , где  $j$ - любое целое число числового ряда.

Последнее равенство действительно в случае, когда сменное время машины использовано на все указанные операции без остатка или отсутствует необходимость выполнения целого числа единичных объемов работ. В зависимости от этого сменный коэффициент использования машины по времени находится по теоретической зависимости или после определения коэффициента  $k'_{в.см}$  необходимо найти число объектов  $n$ , округлить его в меньшую сторону до целого числа, а затем найти фактический коэффициент  $k_{в.см}$ .

На рисунке 1 приведены графики зависимости теоретического (а) и фактического  $k_{в.см}$  (б) коэффициента использования по времени гидравлического экскаватора с навесным сегментным рабочим органом [4] для уплотнения грунтов обратной засыпки в труднодоступных местах в течение смены от измерения среднего расстояния  $l_{ср}$  между рассредоточенными объектами.

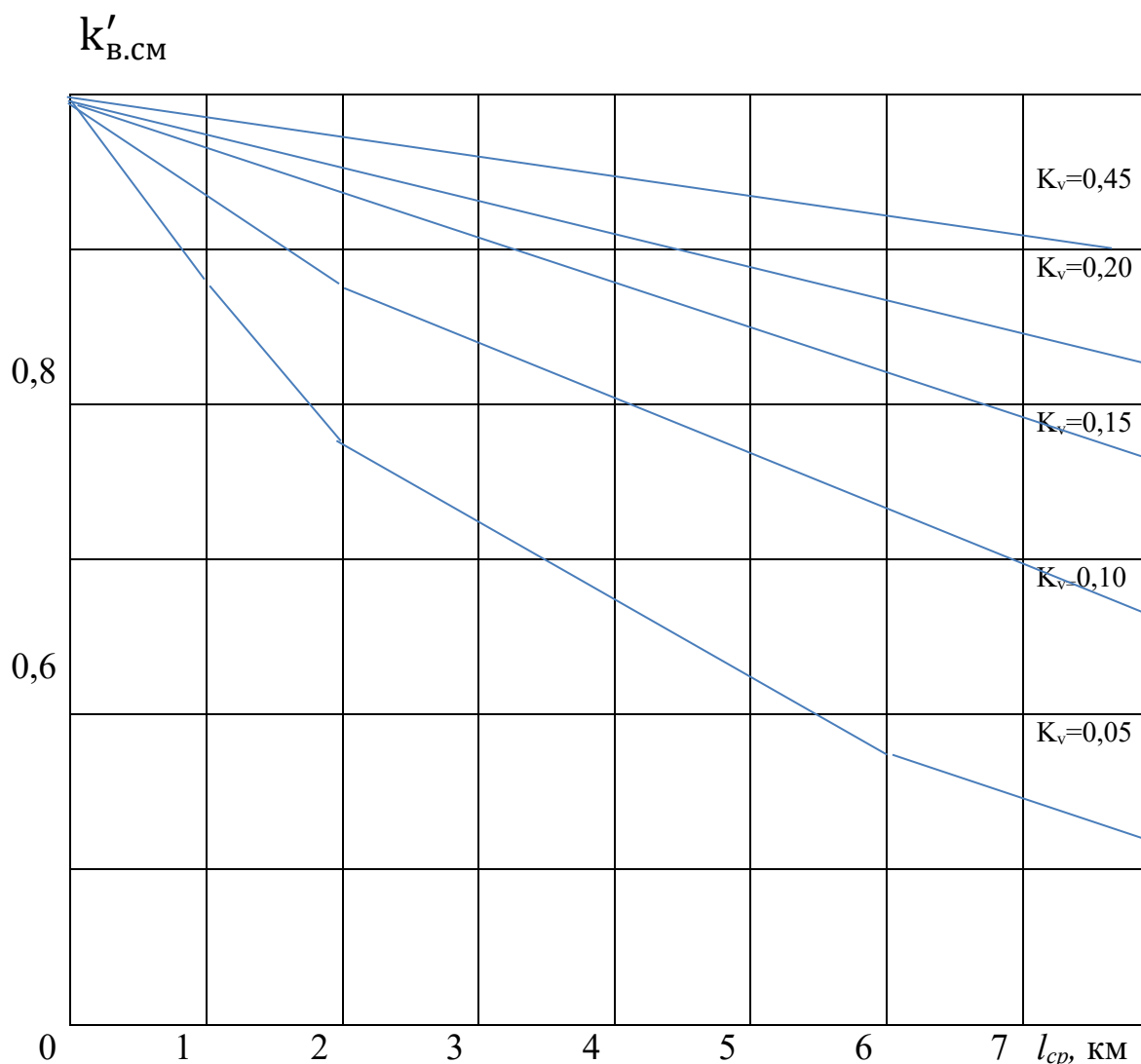


Рисунок 1. Зависимость теоретического (а) коэффициентов использования машины в течение смены от среднего расстояния между объектами при различных величинах среднего единичного объема работ  $K_v$

В ряде хозяйств рост машинно-тракторного парка опережает удовлетворение потребности в механизаторах, неоправданное увеличение числа тракторов приводит к перерасходу ГСМ, уплотнению почв и, как следствие, к снижению урожайности. Таким образом, обоснованное (оптимальное) формирование технических средств с учетом многоукладности и в целях стабилизации отрасли приобрели и будут иметь актуальное социально-экономическое значение. Снижение себестоимости, достигнутое за счет чрезмерных капитальных вложений, экономически не оправдано. Относительная ограниченность

народнохозяйственных ресурсов в каждом плановом периоде означает, что не всякое мероприятие, ведущее к снижению себестоимости продукции, удовлетворяет требованиям обеспечения максимальной производительности общественного труда. В основу оптимизации состава технических средств должны быть положены экономические предпосылки: обеспечение равной или большей выгоды от использования имеющейся техники и машин, приходящих им на смену, выполнения производственных процессов в оптимальные агротехнические сроки.

Любая хозяйственная задача (операция), как правило, может быть выполнена по нескольким различным вариантам, из которых надо выбрать более экономичный. Каждый вариант (состав парка машин) требует различных капитальных и текущих затрат, поэтому важное значение имеет выбор показателя относительной эффективности при их сопоставлении. Ряд исследователей обосновывают отказ от критерия приведенных затрат тем, что в целом ряде случаев создаваемые мощные тракторы нового поколения, обеспечивающие резкий рост производительности труда, поэтому показателю затрат недостаточно эффективны или не эффективны вообще. Но в это не «вина» показателя приведенных затрат, а может быть его достоинство как свидетельство того, что эта техника мало отличается от заменяемой, относительно не дешевле (применен затратный механизм оценки ее производства и установления цены).

Подобно другим общественным явлениям, система машин совершенствуется в соответствии с диалектическими законами развития материального производства с присущими ей общими закономерностями:

- при переходе от одной системы к другой общество не уничтожает сразу ту технику, которая была создана в предшествующий период, а на определенном этапе использует;
- совершенствование техники идет путем перехода от медленных количественных изменений к коренным качественным;

На основе этого техническое перевооружение сельского хозяйства осуществляется поэтапно, устаревшие марки машин постепенно заменяются

новыми, что предопределяет многовариантные расчеты с помощью электронной техники для рациональной организации огромного и весьма сложного нормативного хозяйства. Каждому сельскохозяйственному товаропроизводителю ежегодно нужны экономически обоснованные дифференцированные нормативы для индикативного планирования развития производства в условиях перехода к рыночным отношениям [1-10].

Под дифференцированными нужно понимать индивидуальные нормативы, которые пригодны только в данном хозяйстве, районе, области, крае на конкретный период направленного планирования, так как они должны учитывать соответствующие природно-экономические условия, объемы производства сельскохозяйственной продукции, применяемые технологии и способы ее получения. Наиболее приемлемым может быть опосредствованный путь, который основан на результатах расчета оптимальных нормативов и нормативообразующих факторов по небольшому числу хозяйств-представителей и сведениях их (результатов) на основе закона причинно-следственных связей, многофакторного корреляционного анализа к экономико-статистическим моделям. Согласно существующему мнению, этот метод лучше всего применим для анализа физических и биологических процессов, в которых явно выражена связь причин и явлений.

### **Выводы**

Для разработки взаимоувязанного комплекса дифференцированных нормативов потребности в материальных, трудовых и других ресурсах для различных уровней и режимов планирования нужно:

- по каждой зоне уточнить необходимое число хозяйств-представителей;
- объединенными усилиями заинтересованных ведомств создать соответствующую программу на ЭВМ;
- решить ряд организационно-финансовых вопросов по исполнителям;
- обеспечить стабильность (постоянно) выбранных хозяйств-представителей как экспериментальных бах для разработки, реализации и проверки нормативного метода планирования.

### Литература

1. Аушев, М. Х., Хамхоев, Б.И. Хажметов, Л.М., Шекихачев, Ю.А., Кишев, М. А., Эркенов, А.Н., Твердохлебов, С.А. Математическое моделирование процесса работы комбинированного почвообрабатывающего агрегата // Научный журнал КубГАУ, №99(05), 2014 года М.Х. Аушев., Б.И. Хамхоев., Л.М.Хажметов., Ю.А. Шекихачев, М.А., А.Н. Эркенов., С.А. Твердохлебов.
2. Горячкин, В.П. Собрание сочинений: в 3 т. / В.П. Горячкин - М.: Колос, 1965.-755 с.
3. Кокиева, Г.Е., Друзьянова, В.П. Автоматизация расчёта экономической эффективности получения гранулированных кормов/Научно-технический вестник Поволжья. 2020. № 3. С. 66-68
4. Кондрашов, А. В. Анализ машинных технологий уборки картофеля / А. В. Кондрашов, П. В. Ефимов. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 11.3 (145.3). — С. 23-25.
5. Малецкий, Е.Г. Место и роль инвестиций в аграрной сфере. // Достижения науки и техники в АПК. – 2001. № 7.
6. Маслак, И.Н., Бунтовский, С.Ю. Развитие агропромышленного комплекса России в условиях санкций: перспективы и проблемы / И.Н. Маслак, С.Ю. Бунтовский // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2017. – №5-1. – С. 144-147
7. Мартиросян, Ю.Ц. Аэропонные технологии в первичном семеноводстве картофеля – перспективы и преимущества / Ю. Ц. Мартиросян. – Текст : непосредственный // Картофелеводство / Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства им. А. Г. Лорха. – Москва, 2014. – С. 175–179
8. Новицкий, Н.И. Организация производства на предприятиях [Текст]: Учеб.-метод. пособие. - Москва: Финансы и статистика, 2004. с.237-254.
9. Онучин, Е.М., Неклюдов, В. Б., Алексеев, А.Э. Моделирование работы машины для обработки почвы на вырубках//Е.М. Онучиню., В.Б.

Неклюдов., Болдарук, Д. Ю. Основные направления инновационной деятельности в картофелеводстве / Д. Ю. Болдарук, Д. В. Ходос. – Текст : непосредственный // Взгляд молодых учёных на техническую и технологическую модернизацию АПК : материалы международной научно–практической конференции молодых ученых. – Великие Луки, 2013. – С. 99–102.

10. Топсахалова, Ф.М. Совершенствование механизма инвестирования как условие повышения привлекательности сельского хозяйства. // Финансы и кредит. – 2003. № 1.

### References

1. Aushev, M. H., Khamkhoev, B.I. Khazhmetov, L.M., Shekikhachev, Yu.A., Kishchev, M. A., Erkenov, A.N., Tverdokhlebov, S.A. Mathematical modeling of the operation process of a combined tillage unit // Scientific journal of KubGAU, No.99(05), 2014 M.H. Aushev., B.I. Khamkhoev., L.M.Khazhmetov., Yu.A. Shekikhachev, M.A., A.N. Erkenov., S.A. Tverdokhlebov.
2. Goryachkin, V.P. Collected works: in 3 t. / V.P. Goryachkin - M.: Kolos, 1965.- 755 p.
3. Kokieva, G.E., Druzyanova, V.P. Automation of calculating the economic efficiency of obtaining granular feed/Scientific and Technical Bulletin of the Volga region. 2020. No. 3. pp. 66-68
4. Kondrashov, A.V. Analysis of machine technologies of potato harvesting / A.V. Kondrashov, P. V. Efimov. — Text : direct // Young scientist. — 2017. — № 11.3 (145.3). — Pp. 23-25.
5. Maletsky, E.G. The place and role of investments in the agricultural sector. // Achievements of science and technology in agriculture. – 2001. No. 7.
6. Maslak, I.N., Buntovsky, S.Yu. Development of the agro–industrial complex of Russia under sanctions: prospects and problems / I.N. Maslak, S.Yu. Buntovsky // Actual problems of humanities and natural sciences. – 2017. - №5-1. – pp. 144-147



7. Martirosyan, Yu.Ts. Aeroponic technologies in primary potato seed production – prospects and advantages / Yu. Ts. Martirosyan. – Text : direct // Potato growing / All-Russian Scientific Research Institute of Potato Farming named after A. G. Lorkh. – Moscow, 2014. – pp. 175-179
8. Novitsky, N.I. Organization of production at enterprises [Text]: Textbook-method. stipend. - Moscow: Finance and Statistics, 2004. pp.237-254.
9. Onuchin, E.M., Neklyudov, V. B., Alekseev, A.E. Modeling of the operation of a machine for tillage in cuttings//E.M. Onuchin., V.B. Neklyudov., Boldaruk, D. Yu. The main directions of innovation activity in potato growing / D. Yu. Boldaruk, D. V. Khodos. – Text : direct // The view of young scientists on the technical and technological modernization of the agro–industrial complex: materials of the international scientific and practical conference of young scientists. – Velikiye Luki, 2013. – pp. 99-102.
10. Topsakhalova, F.M. Improvement of the investment mechanism as a condition for increasing the attractiveness of agriculture. // Finance and Credit. – 2003. No. 1.

© Кокиева Г.Е., 2023 Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №6/2023.

**Для цитирования:** Кокиева Г.Е. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАШИНЫ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА // Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №6/2023.